

СТАТЬИ

ПОНЯТИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

Б.Г. Гордон,
директор НТЦ ЯРБ, доктор технических наук

Введение

Споры о содержании терминов бесконечны и безнадежны, особенно если спорщиков несколько, они эрудированы и амбициозны. Содержание терминов - это всегда результат соглашения, основанного на практическом опыте, и невозможно переубедить упрямого, так как каждый имеет свой опыт. Адекватная передача информации, тем более взаимопонимание и диалог возможны в том случае, если обе стороны коммуникации имеют общую терминологическую базу. В большинстве своем слова многозначны, воспринимаются на интуитивном уровне. Общая культура отчасти определяется способностью соответствующей расшифровки текстов, в которых термины играют ту же роль, что и в древнем Риме, служа межевыми столбами, сигнализирующими о границах наших знаний.

Возвращаясь из древнего Рима в третий, вспомним, что еще в [1] дано общее понятие безопасности: "состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз". Это определение вполне соответствует обыденному сознанию, так как в большинстве толковых словарей слово "безопасность" формулируется как отсутствие опасности, угрозы, возможного вреда и по смыслу носит не абсолютный, а относительный и вероятностный характер: сейчас угрозы нет, но она может возникнуть завтра; опасности смерти нет, но есть опасность для здоровья; большого вреда не причинит, но некоторый вред все-таки существует.

Применяя понятие "безопасность", необходимо иметь **определение термина** и четко представлять, **что является угрозой, от чего она исходит, на кого (что) направлена, чем обеспечивается (гарантируется) безопасность, как она измеряется и нормируется.**

В [2] безопасность - один из ключевых терминов. Общее его определение отсутствует, зато содержание конкретизируется по видам опасностей. Закон различает их четыре - радиационная, ядерная, пожарная и техническая. Определение каждого вида раскрывается в других законах или нормативных документах.

Содержание понятия "государственное регулирование безопасности при использовании атомной энергии", которое также есть в [2], состоит из трех основных элементов: разработка и введение в действие норм и правил, лицензирование, надзор за соблюдением норм и правил и за условиями действия лицензий.

Настоящая статья посвящена рассмотрению понятий "радиационная, ядерная, пожарная и техническая безопасность", **содержащихся в действующих правовых и нормативных документах.** Цель рассмотрения - определить группы объектов использования атомной энергии (ОИАЭ), для которых следует пересмотреть или вновь разработать нормативные документы. Группирование и разделение ОИАЭ, на которых деятельность лицензируется и надзор осуществляется тем или иным органом государственного регулирования безопасности (далее - регулирующий орган), является предметом соглашений между последними и не входит в задачу автора.

Радиационная безопасность

Радиационная безопасность (РБ) определяется в [3] как "состояние защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения".

В определении четко установлена угроза - ионизирующее излучение, направленное на человека. Из другого определения в [3] следует, что угроза исходит от источников ионизирующего излучения, а одним из основных принципов обеспечения РБ служит "непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего излучения". Обеспечивается РБ комплексом мер радиационной защиты.

В [3] в статье 9 установлены основные нормативы облучения (допустимые пределы доз) в результате использования источников ионизирующего излучения. Они конкретизируются и уточняются в санитарно-гигиенических федеральных нормах и правилах, таких как НРБ - 99, ОСПОРБ - 99 и др.

В статье рассматриваются только технические аспекты РБ, в соответствии с которыми воздействие источника ионизирующего излучения на человека и окружающую среду может быть инструментально измерено и уменьшено до любой заведомо заданной величины за счет толшины барьеров радиационной защиты и времени пребывания под действием источника. Санитарно-гигиенические аспекты влияния ионизирующего излучения на человека и окружающую среду носят вероятностный характер и выходят за рамки статьи.

Ядерная безопасность

Отсутствие перечня определенных терминов в [2] не следует считать его недостатком. Законодатель, по-видимому, исходил из практики использования атомной энергии, которая свидетельствует, что терминология этой новой технологии еще не устоялась и часто меняется. Современные определения терминов перенесены в нормативные документы, подзаконные акты, такие как [4]. В них говорится о безопасности атомной станции, т.е. объекта, а не “персонала, населения и окружающей среды”, как это записано в [2], хотя и в [2] можно найти упоминание о безопасности ОИАЭ. Выскажу свое понимание этого обстоятельства.

Закон - это компромисс разных взглядов. Одни ведомства занимаются безопасностью объектов, другие - безопасностью населения и окружающей среды. Существует эквивалентность подходов: если безопасность объекта обеспечена, то нет угрозы для человека и окружающей среды. Госатомнадзор России регулирует ядерную безопасность (ЯБ) и технические аспекты РБ **объектов использования атомной энергии**, а Минздрав России - санитарно-гигиенические аспекты РБ **персонала, населения и окружающей среды**.

Ядерная и радиационная безопасность (ЯРБ) атомной станции определена в [4] как “свойство атомной станции при нормальной эксплуатации и нарушениях нормальной эксплуатации ограничивать радиационное воздействие на персонал, население и окружающую среду установленными пределами”. То есть термин “ядерная безопасность” не определен, зато определен термин “ядерная авария”: “авария, связанная с повреждением ТВЭЛов, превышающим установленные пределы безопасной эксплуатации, и (или) облучением персонала, превышающим разрешенные пределы, вызванная:

- нарушением контроля и управления цепной ядерной реакцией деления в активной зоне реактора;
- возникновением критичности при перегрузке, транспортировании и хранении ТВЭЛов;
- нарушением теплоотвода от ТВЭЛов;
- другими причинами, приводящими к повреждениям ТВЭЛов”.

Далее в [4] последовательно используется только термин “безопасность”, который понимается как ЯРБ, за исключением пункта 3.5, где ядерная безопасность и радиационная безопасность перечисляются в ряду других в соответствии с [2], и нескольких пунктов, где применяется термин “радиационная безопасность”.

Подобный подход не следует воспринимать как недоработку авторов [4]. Создание столь фундаментального нормативного документа - это всегда компромисс различных взглядов ведомств, организаций и отдельных специалистов, и на период до 1997 года этот компромисс был достигнут таким образом.

В действующих нормативных документах определение понятия “ядерная безопасность” содержится в [5]: “свойство реакторной установки и атомной станции с определенной вероятностью предотвращать возникновение ядерной аварии”. Причем термин “ядерная авария” определен только для условий атомной станции. Наиболее важным в этом определении является то, что оно, не ограничиваясь опасностью цепной ядерной реакции, включает в себя опасность нарушения теплоотвода и других причин повреждений топливных элементов. То есть угроза исходит от ядерного топлива, в котором сконцентрирована огромная энергия. **Именно величина последствий возможной ядерной аварии служит ее отличительным, превалярующим и решающим фактором при последующем рассмотрении разных видов опасности.** При ядерной аварии возникают следующие виды опасности: ионизирующее излучение; тепловой взрыв, сопровождающийся распространением радиоактивных веществ, излучения, ударных волн; расплавление топлива с последующим разрушением защитных барьеров; паровой взрыв; пожар и т.п.

Количественные пределы доз облучения, нормы выбросов и сбросов устанавливаются для ионизирующего излучения и радиоактивных веществ в [6]. Количественные показатели повреждений ТВЭЛов содержатся в [5]. Если повреждения ТВЭЛов таковы, что происходит предельно допустимый выброс радиоактивных веществ в окружающую среду, то это тяжелая запроектная авария, вероятность которой не должна превышать 10^{-5} на реактор в год. Таким образом, определены количественные целевые показатели вероятности последствий теплового взрыва или расплавления топлива и можно считать, что ЯРБ количественно определена.

ЯРБ обеспечивается “за счет последовательной реализации концепции глубоко-эшелонированной защиты, основанной на применении системы физических барьеров на пути распространения ионизирующего излучения и радиоактивных веществ в окружающую среду и системы технических и организационных мер по защите барьеров и сохранению их эффективности...” [4].

Действующие нормативные документы содержат ясную систему понятий, определяющих ЯБ, по крайней мере, атомных станций. В настоящее время благодаря усилиям Госатомнадзора России разрабатываются общие положения безопасности других объектов: ядерного топливного цикла, судовых ядерно-энергетических установок, радиационных источников, пересматриваются общие положения безопасности исследовательских реакторов с целью переработки их в общие положения безопасности исследовательских ядерных установок. Плановая скоординированная работа в ближайшие два-три года завершится введением в действие столь необходимых общих документов для всех ОИАЭ. Благодаря тому, что организацию разработок указанных документов осуществляет один институт, НТЦ ЯРБ, понятийная и терминологическая база их в основном согласована, едина и непротиворечива, несмотря на специфические особенности самих объектов.

Пожарная безопасность

Пожарная безопасность (ПБ) в [7] определяется как “ состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров”. Здесь так же, как и в определении РБ, имеется в виду в основном безопасность людей, а угрозой является пожар - “неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства”.

Система обеспечения ПБ - “совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами”.

В последней редакции [8] нормирование ПБ осуществляется в соответствии с [9]: “допустимый уровень пожарной опасности для людей должен быть не более 10^{-6} воздействия опасных факторов пожара, превышающих предельно допустимые значения в год в расчете на каждого человека”. В [9] содержится подробная методика расчета этой вероятности.

Таким образом, система понятий, определяющих ПБ, достаточна и ясна. Возникает вопрос, однозначный ответ на который не найден в нормативных документах, хотя проанализировано, помимо упомянутых, большое число отраслевых документов: как связаны между собой понятия ЯРБ и ПБ.

Четкое разграничение областей разных видов безопасности служит основой для разделения и определения ответственности за нормативную деятельность в области использования атомной энергии. В основу разграничения целесообразно положить следующие соображения.

Согласно приведенным выше определениям, пожар представляет угрозу человеку и окружающей среде, он может привести к гибели людей и материальному ущербу. Но не исключена вероятность того, что он станет **исходным или сопутствующим событием ядерной аварии**. Тогда **масштабы опасности и последствий многократно возрастают**. Эти соображения очевидны, стоит только вспомнить, какой угрозой для атомной станции может быть горение графитовой кладки или пожары в кабельных коридорах систем управления реактором. То есть ПБ представляет самостоятельную опасность, а иногда служит как бы составной частью ЯРБ. Иными словами, если пожар входит в число исходных событий, угроз, которые могут привести к ядерной аварии, или ядерная авария сопровождается пожаром, то соответствующие противопожарные мероприятия должны быть учтены в **мерах по обеспечению ЯРБ**. В этом случае **нормы ЯРБ должны содержать соответствующие требования ПБ**.

Это важнейшее положение статьи, основанное на постулировании иерархии видов безопасности, построенной на масштабах возможных последствий аварий на ОИАЭ и ущерба от них. **Влияние на ЯРБ служит критерием, по которому нормы ЯРБ должны включать противопожарные мероприятия**. Но это и критерий, с помощью которого, согласно [4, 12], классифицируются системы и элементы атомных станций и объектов ядерного топливного цикла (ОЯТЦ). **То есть пожарная безопасность оборудования первых трех классов безопасности теряет свое самостоятельное значение и должна рассматриваться как часть ЯРБ**.

Этот вывод касается компетенции прежде всего регулирующих органов. Эксплуатирующая организация несет ответственность за обеспечение всех видов безопасности объекта в целом, регулирующие органы стремятся разграничить виды безопасности. Современные нормативные документы позволяют провести четкие разделительные линии в компетенции регулирующих органов, по крайней мере, для атомных станций и ОЯТЦ. Для других объектов очевидна необходимость введения в общие положения их безопасности категоризации оборудования, и тогда общий подход может быть использован для всех ОИАЭ.

Техническая безопасность

По сравнению с ЯРБ и ПБ иное положение сложилось с определением понятия “техническая безопасность” (ТБ). С точки зрения современного законодательства она является **правовым фантомом**: нет закона о ТБ, нет определения ее в действующих нормах. С определением ТБ можно ознакомиться в устаревших [10]: “Техническая безопасность АС - достигаемое техническими средствами и организационными мерами качество АС, характеризуемое прочностью оборудования и трубопроводов, повреждения которых могут привести к нарушению отвода тепла от активной зоны реактора, а также качество, характеризуемое способностью удерживать в герметичной зоне АС выделившиеся при указанных повреждениях радиоактивные вещества”.

Здесь речь идет о безопасности объекта, атомной станции, угроза исходит от энергии, высвобождающейся при повреждении оборудования, трубопроводов и герметичного ограждения и направленной прежде всего на персонал станции. Безопасность обеспечивается техническими и организационными мерами, принятие которых гарантирует прочность этих объектов.

Содержание понятия “техническая безопасность” было результатом договоренности между двумя регулирующими органами и соответствовало тогдашней практике. В настоящее время практика изменилась, но ТБ попала в [2], в связи с чем возникают противоречия, связанные с использованием этого термина.

В современном российском законодательстве используется другое понятие “промышленная безопасность” (ПрБ): “промышленная безопасность опасных производственных объектов - состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий” [11]. Под аварией понимается “разрушение сооружений и

(или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ". В [11] приводится подробное определение опасных производственных объектов - опасных веществ (горючих, взрывчатых, токсичных и т.д.), опасных типов оборудования и видов деятельности.

Важно отметить, что в перечне опасных веществ отсутствуют ядерные материалы и радиоактивные вещества. Тем не менее оборудование, работающее при повышенных давлении и температурах, а также грузоподъемные механизмы подпадают под действие [11]. Такое положение создает условия для различной трактовки сферы действия [11].

Если считать, что ЯРБ является частным случаем ПрБ, основываясь на том, что практически все оборудование ОИАЭ работает под давлением и при повышенной температуре, то следовало бы признать, что законодатель не досмотрел, исключив ядерные материалы из категории опасных веществ.

Представляется более правильным признать, что понятие "ядерная и радиационная безопасность" и понятие "промышленная безопасность" различны и не сводимы в одно, а ОИАЭ [2] и опасные производственные объекты [11] четко отделены друг от друга.

То есть может быть использован тот же принцип, что и в предыдущем разделе, для ПБ. Если энергия рабочего тела, высвобождающаяся при повреждении оборудования, работающего под повышенным давлением и при повышенной температуре, или потенциальная энергия грузоподъемных механизмов входят в число угроз, которые могут привести к ядерной аварии, если разуплотнение трубопровода или сосуда, работающего под давлением, падение крана могут оказаться исходным событием ядерной аварии, то все мероприятия по обеспечению ПрБ входят в состав мер по обеспечению ЯРБ. И в этом случае **нормы ЯРБ должны содержать соответствующие требования ПрБ, переработанные с учетом специфики ОИАЭ.**

Если же разуплотнение сосудов, работающих под давлением, и трубопроводов, аварии грузоподъемных механизмов несут угрозу "личности и обществу" без ядерно-опасных последствий, то все это оборудование подпадает под действия норм Госгортехнадзора России, не требующих никаких изменений. То есть **безопасность оборудования первых трех классов безопасности [4,12] должна регулироваться нормативными документами Госатомнадзора России, а четвертого класса - нормами и правилами Госгортехнадзора России.**

Собственно такой подход последовательно использован в [13], где к одной категории **специального** оборудования отнесено оборудование, эксплуатация которого "может оказывать влияние на ЯРБ объектов использования атомной энергии", а к другой категории **общепромышленного** оборудования отнесено оборудование и краны, являющиеся источниками только **промышленной** опасности.

В начале этого раздела отмечено, что нет закона о ТБ и в нормативных документах не определен термин "техническая безопасность". Одновременно существует ясное и вполне легитимное разграничение объектов и содержаний понятий ЯРБ и ПрБ. То есть для термина "техническая безопасность" просто не остается места в нормативных документах, и, как предложено в [14], его можно было бы вообще исключить из нормативных документов Госатомнадзора России, если бы этот термин не упоминался в [2]. Но так как в настоящее время не стоит вопрос о внесении изменений в [2], то **целесообразно использовать термин "техническая безопасность" только для объектов четвертого класса оборудования атомных станций, ОЯТЦ и аналогичного оборудования других ОИАЭ, не влияющего на ЯРБ.**

Рассмотрим пример применения такого подхода на практике. Пусть имеется баллон с кислородом или кран, изготовленные и эксплуатируемые в соответствии с нормами ПрБ. Находясь в мастерских атомной станции, вдали от ядерного реактора, за пределами его герметичного ограждения, они представляют опасность для "личности и общества", но не угрожают "персоналу, населению и окружающей среде" как источник возможной ядерной или радиационной опасности.

Если же баллон необходимо использовать в технологической схеме эксплуатации ядерного реактора, если кран расположен так, что может упасть на крышку реактора или главный циркуляционный трубопровод, то и тот, и другой должны изготавливаться и эксплуатироваться по **другим** нормам Госатомнадзора России.

Таким образом, подводя итоги рассмотренному выше, можно заключить, что в действующих нормативных и правовых документах существует ясная и непротиворечивая система понятий безопасности при использовании атомной энергии, пояснение к которой приведены в статье.

Существует четкое отличие РБ от других видов безопасности при использовании атомной энергии, которое становится очевидным при их сопоставлении. Источник ионизирующего излучения излучает всегда, защитные барьеры предохраняют человека от его воздействия, на внешних границах этих барьеров излучение может быть уменьшено до любой конечной величины. Поэтому РБ измеряется детерминистически, хотя воздействие излучения на человека носит вероятностный характер. Барьеры могут разрушиться не от воздействия самого излучения, а от других видов опасности в результате нарушений эксплуатации источника ионизирующего излучения, будь то атомная станция, ОЯТЦ или радиоактивный источник.

Три других вида безопасности (ЯБ, ПБ и ПрБ) также существуют всегда, но воздействуют на человека только при нарушениях эксплуатации или при авариях, поэтому могут измеряться только вероятностью возникновения аварий.

В табл. 1 приведена сравнительная характеристика различных видов безопасности, обобщающая основные положения статьи.

Таблица 1

Характеристика понятия	РБ	ЯБ	ПБ	ПрБ
Федеральный закон, нормативный документ, где содержится определение	[3]	[5]	[7]	[11]
Что является угрозой	Ионизирующее излучение	Ядерная авария	Пожар	Авария на опасном производственном объекте
От чего исходит угроза	Источник ионизирующего излучения	Ядерная энергия топлива; накопленные продукты деления; энергия теплового взрыва	Энергия горения; температура; токсичные вещества	Энергия рабочего тела; потенциальная энергия падения тел; токсичные вещества; энергия взрыва
На кого (что) направлена угроза	Человек и окружающая среда	ОИАЭ	Личность, имущество, общество	Личность, общество
Как измеряется безопасность	Детерминистически	Вероятностно	Вероятностно	Вероятностно
Чем обеспечена безопасность	Все виды безопасности обеспечиваются системой организационно-технических мероприятий, направленной на сохранение целостности защитных барьеров			

Выводы

1. При **разработке нормативных документов**, исходя из современных нормативных и правовых документов, Госатомнадзору России следовало бы исключить из вновь разрабатываемых и пересматриваемых нормативных документов понятие “техническая безопасность”, как не имеющее четкого определения, масштаба измерения и соответствующего регулирующего органа этого вида безопасности. Или **определить это понятие как промышленная безопасность ОИАЭ четвертого класса, применять для этих объектов нормы Госгортехнадзора России без пересмотра, а для первых классов пересмотреть нормы Госгортехнадзора России и утвердить их Госатомнадзором России.**

Приняв второй подход, следовало бы аналогично относиться и к ПБ: **пересмотреть и утвердить нормы ПБ для первых классов ОИАЭ и оставить под действием норм МВД России только объекты четвертого класса.** В этом случае утверждают и вводят в действие нормативные документы регулирующие органы, приведенные в табл.2.

Таблица 2

Регулирующий орган	Элементы ОИАЭ 1- 3 классов	Элементы ОИАЭ 4 класса
Госатомнадзор России	+	-
МВД России	-	+
Госгортехнадзор России	-	+

Такое распределение не нуждается в соглашении с другими регулируемыми органами, так как вытекает из действующих законов и правил.

2. Объемы **лицензирования и надзора** за безопасностью ОИАЭ остаются предметом соглашений Госатомнадзора, МВД и Госгортехнадзора России, которые не нуждаются в пересмотре, если под технической безопасностью понимать ПрБ элементов ОИАЭ четвертого класса.

Литература

1. Закон Российской Федерации “О безопасности”. № 2446-1, 06.05.1992 г.
2. Федеральный закон “Об использовании атомной энергии”. № 170-ФЗ, 21.11.1995 г.
3. Федеральный закон “О радиационной безопасности населения”. № 3-ФЗ, 09.01.1996 г.
4. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций. ОПБ-88/97, НП-001-97. М. 1999 г.
5. Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций. ПБЯ РУ АС-89. М. 1990 г.

6. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). Минздрав России, М. 1999 г.
7. Федеральный закон "О пожарной безопасности". № 69-ФЗ, 21.12.1994 г.
8. Пожарная безопасность АС. Общие требования. НПБ-113-99, М. 1999 г.
9. Пожарная безопасность. Общие требования. ГОСТ 12.1.004-91.
10. Общие положения обеспечения безопасности АС при проектировании, сооружении и эксплуатации (ОПБ-82). Энергоатомиздат, М. 1984 г.
11. Федеральный закон "О промышленной безопасности опасных производственных объектов". № 116-ФЗ, 21.07.1997 г.
12. Общие положения обеспечения безопасности объектов ядерного топливного цикла (ОПБ ОЯТЦ) (проект окончательной редакции). "Вестник Госатомнадзора России", № 1, 2000 г.
13. Концепция системы государственного регулирования технической безопасности при использовании атомной энергии. Утверждена 22.11.1999 г. Введена в действие 15.12.1999 г, М. 2000 г.
14. Букринский А.М. Развитие концепции безопасности АС в России. Атомная энергия, т. 76, вып. 4, 1994 г.